

Rec'd PCT/PTO 07 SEP 2004

特 許 協 力 条 約

REC'D 27 MAY 2004

WIPO

PCT

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
[PCT36条及びPCT規則70]

10/506668

出願人又は代理人 の書類記号 P02-0034PCT	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP03/02713	国際出願日 (日.月.年) 07.03.2003	優先日 (日.月.年) 08.03.2002
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. B82B3/00, C25B3/00 H01L21/3205, 29/06, 29/66, 29/786, 51/00		
出願人 (氏名又は名称) 独立行政法人通信総合研究所		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で <u>6</u> ページからなる。 <input checked="" type="checkbox"/> この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。 (PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照) この附属書類は、全部で <u>19</u> ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
I <input checked="" type="checkbox"/> 国際予備審査報告の基礎 II <input type="checkbox"/> 優先権 III <input checked="" type="checkbox"/> 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成 IV <input checked="" type="checkbox"/> 発明の単一性の欠如 V <input checked="" type="checkbox"/> PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明 VI <input type="checkbox"/> ある種の引用文献 VII <input type="checkbox"/> 国際出願の不備 VIII <input checked="" type="checkbox"/> 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 16.07.2003	国際予備審査報告を作成した日 11.05.2004	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 秀樹	2M 3154
電話番号 03-3581-1101 内線 <u>6480</u>		

様式PCT/IPEA/409 (表紙) (1998年7月)

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 8-23 ページ、
 明細書 第 _____ ページ、
 明細書 第 1, 2, 2/1, 3, 4, 4/1, 5, 5/1, 6, 6/1, 7, 7/1 ページ、
 出願時に提出されたもの
 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 09.01.2004 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 4 項、
 請求の範囲 第 _____ 項、
 請求の範囲 第 _____ 項、
 請求の範囲 第 1-3, 5-22 項、
 出願時に提出されたもの
 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 09.01.2004 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1/25-25/25 ページ/図、
 図面 第 _____ ページ/図、
 図面 第 _____ ページ/図、
 出願時に提出されたもの
 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、
 出願時に提出されたもの
 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出された磁気ディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された磁気ディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列と磁気ディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

1. 次に関して、当該請求の範囲に記載されている発明の新規性、進歩性又は産業上の利用可能性につき、次の理由により審査しない。

- ☒ 請求の範囲
 13

☐ この国際出願又は請求の範囲 _____ は、国際予備審査をすることを要しない
次の事項を内容としている（具体的に記載すること）。

- ☐ 明細書、請求の範囲若しくは図面（次に示す部分）又は請求の範囲 _____ の記載が、不明確であるため、見解を示すことができない（具体的に記載すること）。

- × 全部の請求の範囲又は請求の範囲 13 が、明細書による十分な裏付けを欠くため、見解を示すことができない。

- ☐ 請求の範囲 _____ について、国際調査報告が作成されていない。

2. ヌクレオチド又はアミノ酸の配列表が実施細則の附属書C（塩基配列又はアミノ酸配列を含む明細書等の作成のためのガイドライン）に定める基準を満たしていないので、有効な国際予備審査をすることができない。

- ☐ 書面による配列表が提出されていない又は所定の基準を満たしていない。

- ☐ 磁気ディスクによる配列表が提出されていない又は所定の基準を満たしていない。

IV. 発明の単一性の欠如

1. 請求の範囲の減縮又は追加手数料の納付の求めに対して、出願人は、

- ☐ 請求の範囲を減縮した。
- ☐ 追加手数料を納付した。
- ☐ 追加手数料の納付と共に異議を申立てた。
- ☐ 請求の範囲の減縮も、追加手数料の納付もしなかった。

2. ☒ 国際予備審査機関は、次の理由により発明の単一性の要件を満たしていないと判断したが、PCT規則68.1の規定に従い、請求の範囲の減縮及び追加手数料の納付を出願人に求めないこととした。

3. 国際予備審査機関は、PCT規則13.1、13.2及び13.3に規定する発明の単一性を次のように判断する。

- ☐ 満足する。
- ☒ 以下の理由により満足しない。

1. 請求の範囲 1-10, 14-22 :
基板上に設けられた2本の電極からなる電解装置に関わる発明である。
(発明群1)

2. 請求の範囲 11-13 :
導電性ナノワイヤーに関わる発明である。(発明群2)

上記発明群1及び2は、それぞれの関係において、PCT規則13.2に規定する特別の技術的特徴に該当する事項を有しない。

よって、上記発明群1及び2の間で、発明の単一性は満たされていない。

4. したがって、この国際予備審査報告書を作成するに際して、国際出願の次の部分を、国際予備審査の対象にした。

☒ すべての部分

☐ 請求の範囲 _____ に関する部分

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)

請求の範囲 1-10, 14-22

有

請求の範囲 11, 12

無

進歩性(IS)

請求の範囲 1-10, 14-19

有

請求の範囲 11, 12, 20-22

無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲 1-12, 14-22

有

請求の範囲

無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

文献1: 分子構造総合討論会講演要旨集, Vol. 2001, p. 371, 帯刀陽子他, 2001. 09. 24

文献2: WO 93/25003 A1(Yale University), 1993. 12. 09

文献3: WO 93/22480 A1(ISIS INNOVATON LIMITED), 1993. 11. 11

請求の範囲1-10, 14-19:

以下の技術的事項は、国際調査報告に引用された何れの文献にも記載されてなく、また、自明なものでもない。

「微細な間隔を有する2本の電極間に電場勾配を形成することによって、該電極間に、分子が規則的に整列して、幅分子1個分~1 μ m、長さ分子2個分以上の線状物質である導電性ナノワイヤーを製造する技術」

請求の範囲11及び12:

新たに引用する文献1により、新規性及び進歩性を有しない。

文献1には、TTF誘導体の電荷移動錯体から構成されるナノワイヤが記載されている。そして、該ナノワイヤが導電性を有することも示唆されている。

請求の範囲20-22:

国際調査報告に引用した文献1及び2により進歩性を有しない。

文献1には、微小間隔に導電性分子集合を設けることによって電子回路を製造する方法が記載されている。

文献2には、基板上の任意の箇所に、電圧を印加することによって、電気分解により微細構造を形成する方法が開示されている。

文献1に記載された電子回路の製造方法において、文献2に記載された微細構造形成方法を利用することは、当業者には容易である。

Ⅷ. 国際出願に対する意見

請求の範囲、明細書及び図面の明瞭性又は請求の範囲の明細書による十分な裏付についての意見を次に示す。

請求の範囲 1 3に係る発明は、伝導度が $1\text{S}/\text{cm}^{-1}$ 以上である導電性ナノワイヤーである。しかしながら、本願の明細書には、このように高い伝導度を有する導電性ナノワイヤーに関する具体的な記載がない。

明細書

導電性ナノワイヤーの製造装置および製造方法

技術分野

- 5 本発明は、ナノワイヤーや針状結晶などの分子集合体の製造方法および装置などに関する。より詳しくは、電解結晶成長法を分子集合体の製造に応用した、導電性ナノワイヤーやナノレベルの針状結晶の製造方法などナノレベルの微小な分子集合体を製造するための電解装置および電解装置の製造方法に関する。

10 背景技術

分子集合体成長方法、特に単分子集合体を成長させる方法としては、液相エピタキシャル（LPE）法、分子線エピタキシャル（MBE）法、化学輸送（CVT）法、化学気相成長（CVD）法など数多くの方法が提案されている。これらの方法を用いることにより比較的大きな単結晶又は単結晶膜を得ることができる。

- 15 また、電気分解反応を利用した結晶育成法である電解法によって結晶を育成する方法が知られている（例えば、実験化学講座12物質の機能性第4版第40ページから第45ページ丸善書店発行）。

- また、日本国特許公開平6-321686号公報には、金属有機酸塩と炭素クラスターを溶解した有機溶媒中で、電解結晶成長法によりカソード側で当該化合物の単結晶を成長させることを特徴とする、金属原子をドーブした炭素クラスター化合物の製造方法が記載されている。

- 20 分子ナノワイヤーを製造する場合には、超高真空中での分子蒸着法や分子ビーム法を用いて製造することが知られていた。また、 dendrimer や閉殻分子を並べて分子ナノワイヤーを製造する方法やカーボンナノチューブを製造する方法が知られていた。

しかしながら、従来の電解法はできるだけ大きな結晶を得ることを目的とするもので、ナノスケールでの分子集合体を得ようとするものではない。また、従来の電解法では、ミリスケール以上の結晶を得るために純度がよい結晶を得ること

は難しいという問題があった。

また、特開平6-321686号公報に記載の炭素クラスターの製造方法で製造される炭素クラスターも、ミリメートル単位の大きさを持ち、分子レベルで制御したものではない。また、同公報に記載の発明は、より大きな結晶を得ることを目的としたものであり、本発明のようなナノスケールの分子集合体を得ることを目的とするものではない。その結果、同公報に記載の発明は、分子集合体を得るために電解結晶成長法を用いているが、本発明のように電極間の狭い電極を用いたものではなく、ミリレベル又はサブミリレベルの大きさの分子集合体のみが得られる。

- 10 また、超高真空中での分子蒸着法や分子ビーム法を用いてナノワイヤーを製造した場合、真空装置は高価かつ複雑であり、大掛かりな装置を必要とする。また真空を得るためにすら労力を必要とするといった問題があった。超高真空中での分子蒸着法や分子ビーム法では、分子同士、あるいは分子と基板を固定するために分子間、あるいは分子と基板間に例えば水素結合などの相互作用を起こす官能
- 15 基などを導入しなければならないという問題があった。また、真空中でナノワイヤーを形成した場合、真空を破るとそのナノワイヤーが酸化するなどして物性が大きく変わるという問題があった。従来のナノワイヤー（分子集合体）では、閉殻構造（HOMO（最高被占軌道）に2電子が入った構造）を持つ分子の集合体であり、半占有分子軌道（SOMO）をもつ分子が存在しない結果、電子の移動
- 20 が起こりにくく導電性に乏しいものしか得られないという問題があった。

さらには、ナノスケールまたはサブマイクロスケールの機能部位を有する電子回路およびそのような電子回路を用いた電子デバイスの提供が求められていた。

発明の開示

- 25 上記課題の少なくともひとつは、以下の発明により解決される。

（1）2本の電極と、前記2本の電極と連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制御装置と、電解液と前記2本の電極とを保持する電解セルとを含み、前記2本の電極の間隔が1nm～100μmであり、前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の

電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワイヤーを製造する電解装置。こ

のように、電極の間隔を微少とすることにより、例えば、導電性ナノワイヤーなどの微少な分子集合体を製造することができる。

(2) 前記2本の電極が基板上に形成されることを特徴とする上記(1)に記載の導電性ナノワイヤーを製造する電解装置。

- 5 (3) 基板上に設けられ、対向する2本の電極と、電解液と前記基板とを保持する電解セルと、前記2本の電極と連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制御装置と、を具備する導電性ナノワイヤーを製造する電解装置であって、前記電解セルは、電解液を保持する電解液保持部と、前記基板を差し込む基板差し込み部とを含み、前記2本の電極は、それぞれの電極の途中に存在し、もう一方の電極方向へ向けた凸部である突起部か、又は前記それぞれの電極の先端にあって、もう一方の電極方向へ電極が曲げられてなる突起部を有し、
10 前記基板上に設けられた2本の電極の最も近接した部位の間隔は、 $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ であり、前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は
15 当該電極上に導電性ナノワイヤーを製造する電解装置。

- (4) 前記2本の対向する電極の突起部のうちそれぞれの先端部は、互いに平行に対向するか、またはもう一方の突起部に近接するに従って先細状となっており、前記2本の電極は、絶縁物に覆われた絶縁部分を有し、前記基板差し込み部のうち、
20 基板差し込み部に基板を差し込んだときに基板と接触する部位は、絶縁物により被覆されている上記(3)に記載の導電性ナノワイヤーを製造する電解装置。

- (5) 基板と、基板上に設けられたゲート電極と、前記ゲート電極を被覆する絶縁層と、前記絶縁層上に設けられた対向する2本の電極と、電解液と前記基板とを保持する電解セルと、前記ゲート電極および2本の電極とにより連結され、前記ゲート電極および2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制御装置と、
25 を具備する導電性ナノワイヤーを製造する電解装置であって、前記電解セルは、電解液を保持する電解液保持部と、前記基板を差し込む基板差し込み部とを含み、前記基板差し込み部のうち、基板差し込み部に基板を差し込んだときに基板と接

触する部位は、絶縁物により被覆されており、前記2本の電極は、それぞれの電極の途中に存在し、もう一方の電極方向へ向けた凸部である突起部か、又は前記それぞれの電極の先端にあって、もう一方の電極方向へ電極が曲げられてなる突起部を有し、前記2本の対向する電極の突起部のうちそれぞれの先端部は、互いに平行に対向するか、またはもう一方の突起部に近接するに従って先細状となっており、前記2本の電極は、絶縁物に覆われた絶縁部分を有し、前記基板上に設けられた2本の電極の最も近接した部位の間隔は、 $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ であり、前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワイヤーを製造する電解装置。

(6) 基板上に設けられ、対向する2本の電極と、電解液と前記基板とを保持する電解セルと、前記2本の電極と電極線により連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制御装置と、を具備する導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法であって、前記基板上に金属膜を形成する金属膜形成工程と、前記金属膜形成工程で蒸着された金属膜の上にレジスト層を形成するレジスト層形成工程と、前記レジスト層形成工程により形成されたレジスト層を所望のパターンに感光させる感光工程と、前記感光工程において感光されたレジスト層を現像する現像工程と、前記現像工程後に残ったレジスト層をマスクとして、金属膜をエッチングするエッチング工程とを含む工程により、間隔が $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ である電極を基板上に形成する工程とを含む、前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法。

(7) 基板上に設けられ、対向する2本の電極と、電解液と前記基板とを保持する電解セルと、前記2本の電極と電極線により連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制御装置と、を具備する導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法であって、前記基板上に金属膜を形成する金属膜形成

4/1

工程と、前記金属膜形成工程で蒸着された金属膜の上にレジスト層を形成するレジスト層形成工程と、前記レジスト層形成工程により形成されたレジスト層を所望

のパターンに電子線を照射する電子線照射工程と、前記電子線照射工程により電子線を照射されたレジスト層を現像する現像工程と、前記現像工程後に残ったレジスト層をマスクとして、前記金属膜をエッチングするエッチング工程とを含む工程により、間隔が $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ である電極を基板上に形成する工程とを含む、

- 5 前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法。

- (8) 基板上に設けられ、対向する2本の電極と、電解液と前記基板とを保持する電解セルと、前記2本の電極と電極線により連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制御装置と、を具備する導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法であって、前記基板上に金属膜を形成する金属膜形成工程と、前記金属膜形成工程で蒸着された金属膜の上にフォトレジスト層を形成するフォトレジスト層形成工程と、前記フォトレジスト層形成工程により形成されたフォトレジスト層を所望のパターンに感光させる感光工程と、前記感光工程によって感光されたフォトレジスト層を現像する第1の現像工程と、前記第1の現像工程後に残ったフォトレジスト層をマスクとして、金属膜をエッチングする第1のエッチング工程とを含む工程により、基板上に電極の概形を形成する電極概形形成工程と、前記電極概形形成工程により形成された電極の概形の上に電子線レジスト層を形成する電子線レジスト層形成工程と、前記電子線レジスト層形成工程により形成された電子線レジスト層を所望のパターンに電子線を照射する電子線照射工程と、前記電子線照射工程によって電子線を照射された電子線レジスト層を現像する第2の現像工程と、前記第2の現像工程後に残った電子線レジスト層をマスクとして、前記金属膜をエッチングする第2のエッチング工程とを含む工程により、間隔が $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ である電極を基板上に形成する工程とを含む、前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法。

(9) 電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、前記電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加すること

により導電性ナノワイヤーを製造する導電性ナノワイヤーの製造方法であって、前記2本の電極の間隔を、 $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ となるようにする電極調整工程と、前記2本の電極を電解セルに装着する電極装着工程と、前記導電性ナノワイヤーを構成する分子を有機溶剤に溶解させる電解液調整工程と、前記電解セルに電解液を注入する電解液注入工程と、10日以下の間、前記2本の電極に、 $1\text{nA} \sim 1\text{mA}$ の電流を流し、前記2本の電極の電位差を $10\text{mV} \sim 20\text{V}$ とする電解工程と、を含む導電性ナノワイヤーの製造方法。

(10) 印加される電圧が、交流電圧である上記(9)に記載の導電性ナノワイヤーの製造方法。

10 (11) 幅が構成分子1個分 $\sim 1\mu\text{m}$ であり、長さが $1\text{nm} \sim 500\mu\text{m}$ であり、電荷移動相互作用によって自己組織的に凝集することができる分子を構成分子として含む導電性ナノワイヤー。

(12) 幅が構成分子1個分 $\sim 1\mu\text{m}$ であり、長さが $1\text{nm} \sim 500\mu\text{m}$ であり、TTF 誘導体、dmit 試薬類、ポルフィリン錯体類、又はフタロシアニン類を構成分子として含む上記(11)に記載の導電性ナノワイヤー。

15 (13) 前記導電性ナノワイヤーの伝導度が $1\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ 以上である上記(11)、又は上記(12)に記載の導電性ナノワイヤー。

(14) π 電子を含む有機伝導体を含む電解液を用い、最も近接した部位の間隔が、 $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ である2本の電極から1秒 \sim 10日間、前記2本の電極の最大電位差を $10\text{mV} \sim 20\text{V}$ とする直流電圧または交流電圧のいずれかまたは両方を前記2本の電極に印加することにより分子集合体を製造する工程を含む、直径が $1\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ であり、長さが $1\text{nm} \sim 500\mu\text{m}$ である導電性ナノワイヤーの製造方法。

25 (15) 前記分子集合体を製造する工程において製造される分子集合体が、電荷移動相互作用によって自己組織的に凝集することができる分子を構成分子として含む分子集合体である上記(14)に記載の導電性ナノワイヤーの製造方法。

(16) 前記 π 電子を含む有機伝導体が、フタロシアニンのシアノコバルト錯体である上記(14)に記載の導電性ナノワイヤーの製造方法。

(17) 前記 π 電子を含む有機伝導体が、テトラフェニルホスホニウム・ジシ

アノコバルト(III)フタロシアニンであり、分子集合体の伝導度が $1\text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ 以上である上記(14)に記載の導電性ナノワイヤーの製造方法。

- (18) 基板上に設けられた対向する2本の電極と、電解液と前記基板とを保持する電解セルと、前記2本の電極とにより連結され、前記2本の電極に印加する
- 5 電圧を制御するための電圧制御装置と、を具備する電解装置を用いた導電性ナノ

ワイヤーの製造方法であって、前記電解セルは、電解液を保持する電解液保持部と、前記基板を差し込む基板差し込み部とを含み、前記基板差し込み部のうち、基板差し込み部に基板を差し込んだときに基板と接触する部位は、絶縁物により被覆されており、前記2本の電極は、それぞれの電極の途中に存在し、もう一方の電極方向へ向けた凸部である突起部か、又は前記それぞれの電極の先端にあって、もう一方の電極方向へ電極が曲げられてなる突起部を有し、前記2本の対向する電極の突起部のうちそれぞれの先端部は、互いに平行に対向するか、またはもう一方の突起部に近接するに従って先細状となっており、前記2本の電極は、絶縁物に覆われた絶縁部分を有し、前記基板上に設けられた2本の電極の最も近接した部位の間隔は、 $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ であり、前記電解セルに分子集合体を構成する分子であるテトラフェニルホスホニウム・ジシアノコバルト(III)フタロシアニンと、アセトニトリルを含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の電極とが接触した状態で、 $0.001\text{秒} \sim 10\text{日間}$ 、前記2本の電極の最大電位差を $10\text{mV} \sim 20\text{V}$ とする直流電圧または交流電圧のいずれかまたは両方を前記2本の電極に印加することにより直径が $1\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ であり、長さが $1\text{nm} \sim 500\mu\text{m}$ である分子集合体を製造する工程を含む、導電性ナノワイヤーの製造方法。

(19) 前記2本の電極に印加する電圧は、交流電圧である上記(18)に記載の導電性ナノワイヤーの製造方法。

(20) 間隔が $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ である部分を有する電子回路の、当該間隔を、 π 電子を含む有機伝導体を含む電解液でつなぐ工程と、前記電子回路に電圧を印加し、前記間隔に発生する導電性分子集合体を用いて、前記間隔を連結する工程と、を含む電子回路の製造方法。

(21) 導電性分子集合体による連結部分を有する電子回路の製造方法であって、間隔が $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ であり、導電性分子集合体により連結される部分を有する電子回路を、 π 電子を含む有機伝導体を含む電解液と接触させる工程と、前記間隔に発生する導電性分子集合体を用いて、前記間隔を連結する工程と、を含む電子回路の製造方法。

(22) 導電性分子集合体による連結部分を有する電子回路の製造方法であって、間隔が分子1個 ~ 10 個分の距離であり、導電性分子集合体により連結される部

分を有する電子回路を、 π 電子を含む有機伝導体を含む電解液と接触させる工程と、前記間隔に発生する導電性分子集合体を用いて、前記間隔を連結する工程

請求の範囲

1 (補正後) . 2本の電極と、

前記2本の電極と連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制

5 御装置と、

電解液と前記2本の電極とを保持する電解セルとを含み、

前記2本の電極の間隔が $1\text{nm}\sim 100\mu\text{m}$ であり、

前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液
と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2
10 本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワ
イヤーを製造する電解装置。

2 (補正後) . 前記2本の電極が基板上に形成されることを特徴とする請求項1に記載
の導電性ナノワイヤーを製造する電解装置。

3 (補正後) . 基板上に設けられ、対向する2本の電極と、

15 電解液と前記基板とを保持する電解セルと、

前記2本の電極と連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制
御装置と、

を具備する導電性ナノワイヤーを製造する電解装置であって、

前記電解セルは、

20 電解液を保持する電解液保持部と、

前記基板を差し込む基板差し込み部とを含み、

前記2本の電極は、それぞれの電極の途中に存在し、もう一方の電極方向へ向けた凸
部である突起部か、又は前記それぞれの電極の先端にあって、もう一方の電極方向へ電
極が曲げられてなる突起部を有し、

25 前記基板上に設けられた2本の電極の最も近接した部位の間隔は、 $1\text{nm}\sim 100\mu\text{m}$ であ
り、

前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液
と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2
本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワ

イヤーを製造する電解装置。

4. 前記2本の対向する電極の突起部のうちそれぞれの先端部は、互いに平行に対向するか、またはもう一方の突起部に近接するに従って先細状となっており、

前記2本の電極は、絶縁物に覆われた絶縁部分を有し、

- 5 前記基板差し込み部のうち、基板差し込み部に基板を差し込んだときに基板と接触する部位は、絶縁物により被覆されている請求項3に記載の導電性ナノワイヤーを製造する電解装置。

5 (補正後). 基板と、基板上に設けられたゲート電極と、前記ゲート電極を被覆する絶縁層と、前記絶縁層上に設けられた対向する2本の電極と、

- 10 電解液と前記基板とを保持する電解セルと、

前記ゲート電極および2本の電極とにより連結され、前記ゲート電極および2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制御装置と、

を具備する導電性ナノワイヤーを製造する電解装置であって、

前記電解セルは、

- 15 電解液を保持する電解液保持部と、

前記基板を差し込む基板差し込み部とを含み、

前記基板差し込み部のうち、基板差し込み部に基板を差し込んだときに基板と接触する部位は、絶縁物により被覆されており、

- 20 前記2本の電極は、それぞれの電極の途中に存在し、もう一方の電極方向へ向けた凸部である突起部か、又は前記それぞれの電極の先端にあって、もう一方の電極方向へ電極が曲げられてなる突起部を有し、

前記2本の対向する電極の突起部のうちそれぞれの先端部は、互いに平行に対向するか、またはもう一方の突起部に近接するに従って先細状となっており、

前記2本の電極は、絶縁物に覆われた絶縁部分を有し、

- 25 前記基板上に設けられた2本の電極の最も近接した部位の間隔は、1nm~100 μ mであり、

前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワ

イヤーを製造する電解装置。

6（補正後）．基板上に設けられ、対向する2本の電極と、

電解液と前記基板とを保持する電解セルと、

前記2本の電極と電極線により連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御する

5 ための電圧制御装置と、

を具備する導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法であって、

前記基板上に金属膜を形成する金属膜形成工程と、

前記金属膜形成工程で蒸着された金属膜の上にレジスト層を形成するレジスト層形成工程と、

10 前記レジスト層形成工程により形成されたレジスト層を所望のパターンに感光させる感光工程と、

前記感光工程において感光されたレジスト層を現像する現像工程と、

前記現像工程後に残ったレジスト層をマスクとして、金属膜をエッチングするエッチング工程とを含む工程により、

15 間隔が1nm～100μmである電極を基板上に形成する工程とを含む、

前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法。

20 7（補正後）．基板上に設けられ、対向する2本の電極と、

電解液と前記基板とを保持する電解セルと、

前記2本の電極と電極線により連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制御装置と、

を具備する導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法であって、

25 前記基板上に金属膜を形成する金属膜形成工程と、

前記金属膜形成工程で蒸着された金属膜の上にレジスト層を形成するレジスト層形成工程と、

前記レジスト層形成工程により形成されたレジスト層を所望のパターンに電子線を照射する電子線照射工程と、

前記電子線照射工程により電子線を照射されたレジスト層を現像する現像工程と、
前記現像工程後に残ったレジスト層をマスクとして、前記金属膜をエッチングするエッチング工程とを含む工程により、

間隔が $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ である電極を基板上に形成する工程とを含む、

- 5 前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法。

8 (補正後) . 基板上に設けられ、対向する2本の電極と、

- 10 電解液と前記基板とを保持する電解セルと、

前記2本の電極と電極線により連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制御装置と、

を具備する導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法であって、

前記基板上に金属膜を形成する金属膜形成工程と、

- 15 前記金属膜形成工程で蒸着された金属膜の上にフォトレジスト層を形成するフォトレジスト層形成工程と、

前記フォトレジスト層形成工程により形成されたフォトレジスト層を所望のパターンに感光させる感光工程と、

前記感光工程によって感光されたフォトレジスト層を現像する第1の現像工程と、

- 20 前記第1の現像工程後に残ったフォトレジスト層をマスクとして、金属膜をエッチングする第1のエッチング工程とを含む工程により、基板上に電極の概形を形成する電極概形形成工程と、

前記電極概形形成工程により形成された電極の概形の上に電子線レジスト層を形成する電子線レジスト層形成工程と、

- 25 前記電子線レジスト層形成工程により形成された電子線レジスト層を所望のパターンに電子線を照射する電子線照射工程と、

前記電子線照射工程によって電子線を照射された電子線レジスト層を現像する第2の現像工程と、

前記第2の現像工程後に残った電子線レジスト層をマスクとして、前記金属膜をエッ

チングする第2のエッチング工程とを含む工程により、

間隔が $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ である電極を基板上に形成する工程とを含む、

前記電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより、2
5 本の電極間に電場勾配を形成させ、当該2本の電極間、又は当該電極上に導電性ナノワイヤーを製造する電解装置の製造方法。

9（補正後）．電解セルに導電性ナノワイヤーを構成する分子を含む電解液を保持させ、前記電解液と前記2本の電極とが接触した状態で前記2本の電極に電圧を印加することにより導電性ナノワイヤーを製造する導電性ナノワイヤーの製造方法であって、

10 前記2本の電極の間隔を、 $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ となるようにする電極調整工程と、
前記2本の電極を電解セルに装着する電極装着工程と、
前記導電性ナノワイヤーを構成する分子を有機溶剤に溶解させる電解液調整工程と、
前記電解セルに電解液を注入する電解液注入工程と、
10日以下の間、前記2本の電極に、 $1\text{nA} \sim 1\text{mA}$ の電流を流し、前記2本の電極
15 の電位差を $10\text{mV} \sim 20\text{V}$ とする電解工程と、
を含む導電性ナノワイヤーの製造方法。

10（補正後）．印加される電圧が、交流電圧である請求項9に記載の導電性ナノワイヤーの製造方法。

11（補正後）．幅が構成分子1個分 $\sim 1\mu\text{m}$ であり、
20 長さが $1\text{nm} \sim 500\mu\text{m}$ であり、
電荷移動相互作用によって自己組織的に凝集することができる分子を構成分子として含む導電性ナノワイヤー。

12（補正後）．幅が構成分子1個分 $\sim 1\mu\text{m}$ であり、
長さが $1\text{nm} \sim 500\mu\text{m}$ であり、
25 TTF 誘導体、dmit 試薬類、ポルフィリン錯体類、又はフタロシアニン類を構成分子として含む請求項11に記載の導電性ナノワイヤー。

13（補正後）．前記導電性ナノワイヤーの伝導度が $1\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ 以上である請求項11、又は請求項12に記載の導電性ナノワイヤー。

14（補正後）． π 電子を含む有機伝導体を含む電解液を用い、

最も近接した部位の間隔が、 $1\text{nm} \sim 100\text{ }\mu\text{m}$ である2本の電極から1秒 \sim 10日間、前記2本の電極の最大電位差を $10\text{mV} \sim 20\text{V}$ とする直流電圧または交流電圧のいずれかまたは両方を前記2本の電極に印加することにより分子集合体を製造する工程を含む、直径が $1\text{nm} \sim 1\text{ }\mu\text{m}$ であり、長さが $1\text{nm} \sim 500\text{ }\mu\text{m}$ である導電性ナノワイヤーの製造方法。

15 (補正後)．前記分子集合体を製造する工程において製造される分子集合体が、電荷移動相互作用によって自己組織的に凝集することができる分子を構成分子として含む分子集合体である請求項14に記載の導電性ナノワイヤーの製造方法。

10 16 (補正後)．前記 π 電子を含む有機伝導体が、フタロシアニンのシアノコバルト錯体である請求項14に記載の導電性ナノワイヤーの製造方法。

17 (補正後)．前記 π 電子を含む有機伝導体が、テトラフェニルホスホニウム・ジシアノコバルト(III)フタロシアニンであり、分子集合体の伝導度が $1\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ 以上である請求項14に記載の導電性ナノワイヤーの製造方法。

18 (補正後)．基板上に設けられた対向する2本の電極と、

15 電解液と前記基板とを保持する電解セルと、

前記2本の電極とにより連結され、前記2本の電極に印加する電圧を制御するための電圧制御装置と、

を具備する電解装置を用いた導電性ナノワイヤーの製造方法であって、

前記電解セルは、

20 電解液を保持する電解液保持部と、

前記基板を差し込む基板差し込み部とを含み、

前記基板差し込み部のうち、基板差し込み部に基板を差し込んだときに基板と接触する部位は、絶縁物により被覆されており、

25 前記2本の電極は、それぞれの電極の途中に存在し、もう一方の電極方向へ向けた凸部である突起部か、又は前記それぞれの電極の先端にあって、もう一方の電極方向へ電極が曲げられてなる突起部を有し、

前記2本の対向する電極の突起部のうちそれぞれの先端部は、互いに平行に対向するか、またはもう一方の突起部に近接するに従って先細状となっており、

前記2本の電極は、絶縁物に覆われた絶縁部分を有し、

前記基板上に設けられた2本の電極の最も近接した部位の間隔は、 $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ であり、

前記電解セルに分子集合体を構成する分子であるテトラフェニルホスホニウム・ジシアノコバルト(III)フタロシアニンと、アセトニトリルを含む電解液を保持させ、

- 5 電解液と前記2本の電極とが接触した状態で、 $0.001\text{秒} \sim 10\text{日間}$ 、前記2本の電極の最大電位差を $10\text{mV} \sim 20\text{V}$ とする直流電圧または交流電圧のいずれかまたは両方を前記2本の電極に印加することにより直径が $1\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ であり、長さが $1\text{nm} \sim 500\mu\text{m}$ である分子集合体を製造する工程を含む、

導電性ナノワイヤーの製造方法。

- 10 19(補正後)．前記2本の電極に印加する電圧は、交流電圧である請求項18に記載の導電性ナノワイヤーの製造方法。

20(追加)．間隔が $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ である部分を有する電子回路の、当該間隔を、 π 電子を含む有機伝導体を含む電解液でつなぐ工程と、

- 15 前記電子回路に電圧を印加し、前記間隔に発生する導電性分子集合体を用いて、前記間隔を連結する工程と、

を含む電子回路の製造方法。

- 21(追加)．導電性分子集合体による連結部分を有する電子回路の製造方法であって、間隔が $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ であり、導電性分子集合体により連結される部分を有する電子回路を、 π 電子を含む有機伝導体を含む電解液と接触させる工程と、前記間隔に発生する導電性分子集合体を用いて、前記間隔を連結する工程と、を含む電子回路の製造方法。

- 20 22(追加)．導電性分子集合体による連結部分を有する電子回路の製造方法であって、間隔が分子1個 ~ 10 個分の距離であり、導電性分子集合体により連結される部分を有する電子回路を、 π 電子を含む有機伝導体を含む電解液と接触させる工程と、前記間隔に発生する導電性分子集合体を用いて、前記間隔を連結する工程と、を含む電子回路の製造方法。

25